

Inv. Pesq.	52 (1)	págs. 3-16	Marzo 1988
------------	--------	------------	------------

Ciclo anual de la biomasa del mesozooplankton sobre una área de plataforma en aguas del Archipiélago Canario*

SANTIAGO HERNÁNDEZ-LEÓN

Facultad de Ciencias del Mar.
Aptdo. 550. Las Palmas de Gran Canaria, Islas Canarias.

Palabras clave: Mesozooplankton, biomasa, ciclo anual, Islas Canarias.

Key words: Mesozooplankton, standing stock, annual cycle, Canary Islands.

RESUMEN: Se ha estudiado la variación de la biomasa mesozooplanktonica expresada en proteínas y volumen desplazado durante un ciclo anual comprendido entre abril de 1984 y mayo de 1985. El área de muestreo estuvo situada sobre la plataforma de la isla de Gran Canaria en una posición cercana a la zona de cizallamiento del viento. Coincidiendo con trabajos anteriores en la misma área, se observó un máximo a finales de invierno, en marzo (valor medio 4,69 mg de proteínas/m³). En julio fue hallado un segundo máximo coincidiendo con la máxima intensidad y constancia de los vientos alisios. Este aumento de biomasa alcanza valores comparables a los encontrados a finales de invierno, si bien se produce en zonas de batimetría inferior a 50-100 metros. Los valores de biomasa fueron siempre más elevados, en valor medio, que los encontrados en situación oceánica en anteriores trabajos en el Archipiélago Canario. También fueron estudiados los gradientes de biomasa producidos a partir del área de cizallamiento del viento, observándose cuatro situaciones en relación a su posición respecto a la zona de muestreo. Estos gradientes varían con los meses del año, en intensidad y posición, repitiéndose al cerrar el ciclo anual. Se discuten las variaciones de biomasa y su relación con la presencia de un efecto de masa de isla.

SUMMARY: ANNUAL CYCLE OF MESOZOOPLANKTONIC STANDING STOCK OVER AN ISLAND SHELF AREA IN CANARY ISLAND WATERS. — Mesozooplankton standing stock (protein and displacement volume) and its variation over the island shelf for Canary Island waters (Gran Canaria south) were studied from April 1984 to May 1985. The sampling area was situated near the island wind shear field.

A late winter bloom was observed in March (mean value of 4.69 mg protein/m³) coinciding in time with earlier results in the same area. A second maximum was registered during July, coinciding with the highest intensity and constancy of the north trade winds. This standing stock increase reached values comparable (in depths less than 50-100 meters) to those found in the late winter bloom. The mean biomass values were always higher than those previously found for the oceanic waters around this archipelago.

The standing stock gradients produced in the wind shear area are studied. Four different situations are observed during the year with changes in position and intensity, which repeat in the same seasons. The standing stock variations and their relation to an island mass effect are discussed.

* Recibido el 14 de enero de 1987. Aceptado el 16 de diciembre de 1987.

INTRODUCCIÓN

Los trabajos realizados en el área de Canarias ponen de relieve la oligotrofia de sus aguas. BRAUN (1980) y FERNÁNDEZ DE PUELLES (1986) señalan valores de producción primaria ligeramente superiores a los que cabría esperar en un área típicamente oceánica, si bien éstos no difieren sustancialmente de los encontrados por RYTHER y MENZEL (1960) en el mar de los Sargazos. Los estudios de ciclos anuales han sido llevados a cabo en estaciones de tipo oceánico, donde la influencia de la costa y de la plataforma de la isla era mínima (DE LEÓN y BRAUN, 1973; BRAUN, 1980, 1981 y BRAUN y REAL, 1981 *a* y *b*).

BRAUN y REAL (1984) realizan una comparación entre aguas costeras y oceánicas en un área del norte de la isla de Tenerife, y concluyen que no existe una barrera definida entre ambas y que los números de asimilación en la costa son más altos que los hallados en aguas oceánicas, debido probablemente a un aporte de nutrientes de origen terrestre o del fondo de la bahía. SANTAMARÍA (1984) compara las comunidades zooplanctónicas de un área del norte de la isla de Tenerife con otra situada al sur de la misma, y observa valores más altos de biomasa en esta última situación.

HERNÁNDEZ-LEÓN *et al.* (1984) encuentran una evolución de la biomasa fito y zooplanctónica en el sur de Gran Canaria que no difiere excesivamente de la mencionada por los autores citados, si bien fueron observados valores inferiores de clorofila *a* y sensiblemente superiores de biomasa zooplanctónica. En el presente trabajo se continúa con el estudio realizado por HERNÁNDEZ-LEÓN *et al.* (*op. cit.*) en relación con la observación realizada sobre una posible influencia de la plataforma de la isla en los valores de biomasa zooplanctónica obtenidos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los resultados de este trabajo están basados en una serie de estaciones y campañas realizadas en el pesquero artesanal «Juan Carlos» entre abril de 1984 y mayo de 1985. El ciclo anual estudiado está encuadrado dentro del programa denominado «Estudio de la Plataforma Sur» (E.P.S.) y se desarrolló en el área representada en la figura 1. Los muestreos mensuales fueron denominados con las iniciales del nombre del proyecto más un número, cuyas dos primeras cifras indican el año y las dos siguientes el mes en el cual se realizó el muestreo. El correspondiente al mes de diciembre de 1984 fue efectuado en el B/O Taliarte y se introdujeron tres estaciones fuera de la plataforma, además de situar las radiales 1 y 3 más alejadas de la 2 (fig. 6a).

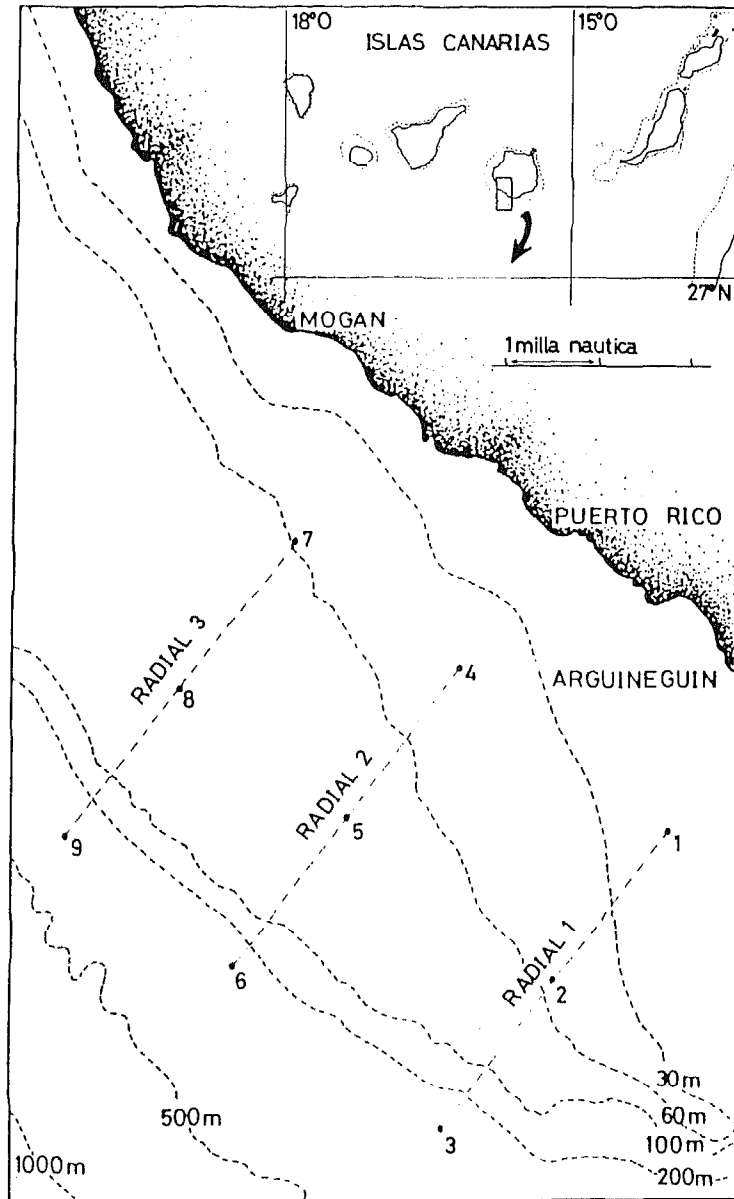


FIG. 1. — Posición de las estaciones muestreadas durante el ciclo anual. En diciembre de 1984 se modificó parcialmente con la realización de tres estaciones fuera de la plataforma (ver texto y figura 6a).

La distribución vertical de la temperatura fue obtenida mediante un bati-termógrafo adosado a la parte inferior de la red de plancton y calibrando la medida de éste con una determinación termométrica subsuperficial. Con una botella Niskin (5 l), se obtuvieron muestras para los análisis de salinidad y nutrientes así como para biomasa de fitoplancton (número de células) y de-

terminaciones específicas. Estos resultados son objeto de estudios complementarios.

Los datos sobre vientos fueron obtenidos por el Instituto Nacional de Meteorología en el aeropuerto de Las Palmas-Gando. Se escogieron los datos de este aeropuerto por ser la estación más cercana al área de muestreo y por encontrarse en una zona donde los vientos alisios se detectan claramente. Las gráficas de vientos se refieren a medias de diez días durante los meses en los que se realizó el ciclo anual. Los valores para la velocidad se expresan en Km/h.

El zooplancton ha sido muestreado con una red WP-2 triple, versión de la red WP-2 estandar (UNESCO, 1968). Las pescas realizadas fueron de tipo vertical en los intervalos 0-25 m en las estaciones 1, 4 y 7; 0-50 m en las 2, 5 y 8 y 0-100 m en las 3, 6 y 9. El volumen de agua filtrada por la red fue estimado utilizando el 94 % de eficiencia calculada para dicha red.

De las tres muestras obtenidas, una es utilizada para la determinación de la biomasa como peso proteico y como volumen desplazado. Dicha muestra fue congelada en nitrógeno líquido y se homogeneizó (0-4 °C) en el laboratorio en un volumen conocido de agua destilada en los muestreos 8404 al 8411, mientras que los demás fueron realizados en tampón fosfato (0,05 M). El tiempo de homogeneizado fue de dos minutos.

Una vez homogeneizada la muestra, se determinó la diferencia entre el volumen final y el inicial (de agua destilada o tampón fosfato), utilizándolo como medida del volumen desplazado.

El peso proteico fue determinado según el método de LOWRY *et al.* (1951). En cada determinación se trazó una recta de calibración con valores situados entre 0 y 0,5 mg de proteínas (prot.)/ml, utilizando BSA como estándar.

RESULTADOS

La distribución vertical de la temperatura muestra dos situaciones diferenciadas. Una primera en verano, caracterizada por la aparición de una termoclina estacional, cuya profundidad varía según los meses muestreados, y una segunda, que podríamos llamar de invierno, en la cual las isotermas ponen de manifiesto el enfriamiento de la columna de agua y la consiguiente mezcla vertical (fig. 2). Se observa como la termoclina comienza a formarse a finales de mayo de 1984 a una profundidad de 100 metros. Durante el mes de julio asciende y se sitúa entre 50 y 70 metros de profundidad. Aparte de esta elevación, las isolíneas aumentan la distancia entre ellas. La distribución vertical de la temperatura (fig. 3) muestra la mezcla vertical que, durante el ciclo anual, aparece en profundidades inferiores a 60-80 metros.

El ciclo anual de la biomasa del mesozooplancton se caracteriza por tres situaciones. La primera de ellas fue observada en el mes de julio con un

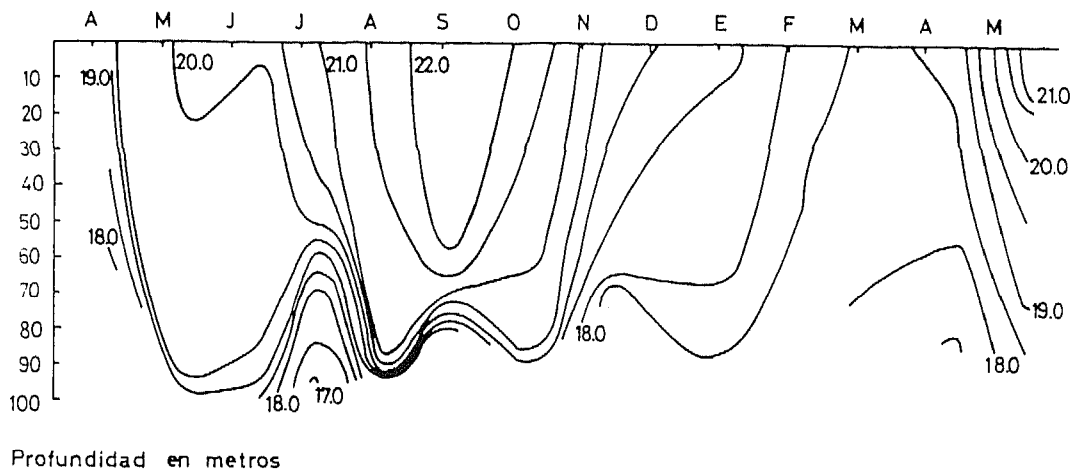


FIG. 2. — Variación mensual de la distribución vertical de la temperatura en la estación 3 (radial 1).

máximo de valor medio $3,87 \text{ mg prot./m}^3$ (fig. 4b), el cual no fue observado durante 1982 (HERNÁNDEZ-LEÓN *et al.*, 1984), debido a la poca intensidad de muestreo durante los meses de verano.

La segunda situación se produce entre los muestreos de agosto y enero. Se observa una disminución de la biomasa proteica a partir del máximo encontrado a finales del mes de julio. No se aprecia máximo otoñal en el ciclo estudiado.

Por último, el máximo de finales de invierno coincide en su localización temporal con el encontrado en 1982, en la estación «Taozo», fuera de la plataforma, sobre fondos de 1000 metros (HERNÁNDEZ-LEÓN *et al.*, 1984). El valor medio fue $4,69 \text{ mg prot./m}^3$, descendiendo posteriormente hasta valores situados alrededor de 2 mg prot./m^3 .

Entre los meses de abril y octubre de 1984, la biomasa expresada como volumen desplazado (fig. 4c), denota un máximo coincidente con el de biomasa proteica, así como su disminución en los meses posteriores al máximo de julio. La correlación entre los dos parámetros de biomasa citados fue de $r = 0,69$ ($n = 69$). El volumen desplazado es un parámetro que varía en relación a la composición faunística de la muestra. Los organismos gelatinosos, así como los crustáceos de gran talla, influyen en la medida de este valor (TRANter, 1960).

El máximo de finales de invierno, se explica en relación a la máxima mezcla vertical que se produce durante dicho período (fig. 2), asumiendo que tanto la producción primaria como la biomasa fitoplanctónica elevan sus valores durante dicho proceso en estas aguas (DE LEÓN y BRAUN, 1973; BRAUN, 1980, 1981; HERNÁNDEZ-LEÓN *et al.*, 1984).

La aparición del máximo de verano se relaciona con la presencia de los vientos alisios, que muestran la máxima intensidad y constancia durante el verano, alcanzando velocidades de más de 40 Km/h en dirección nor-noreste

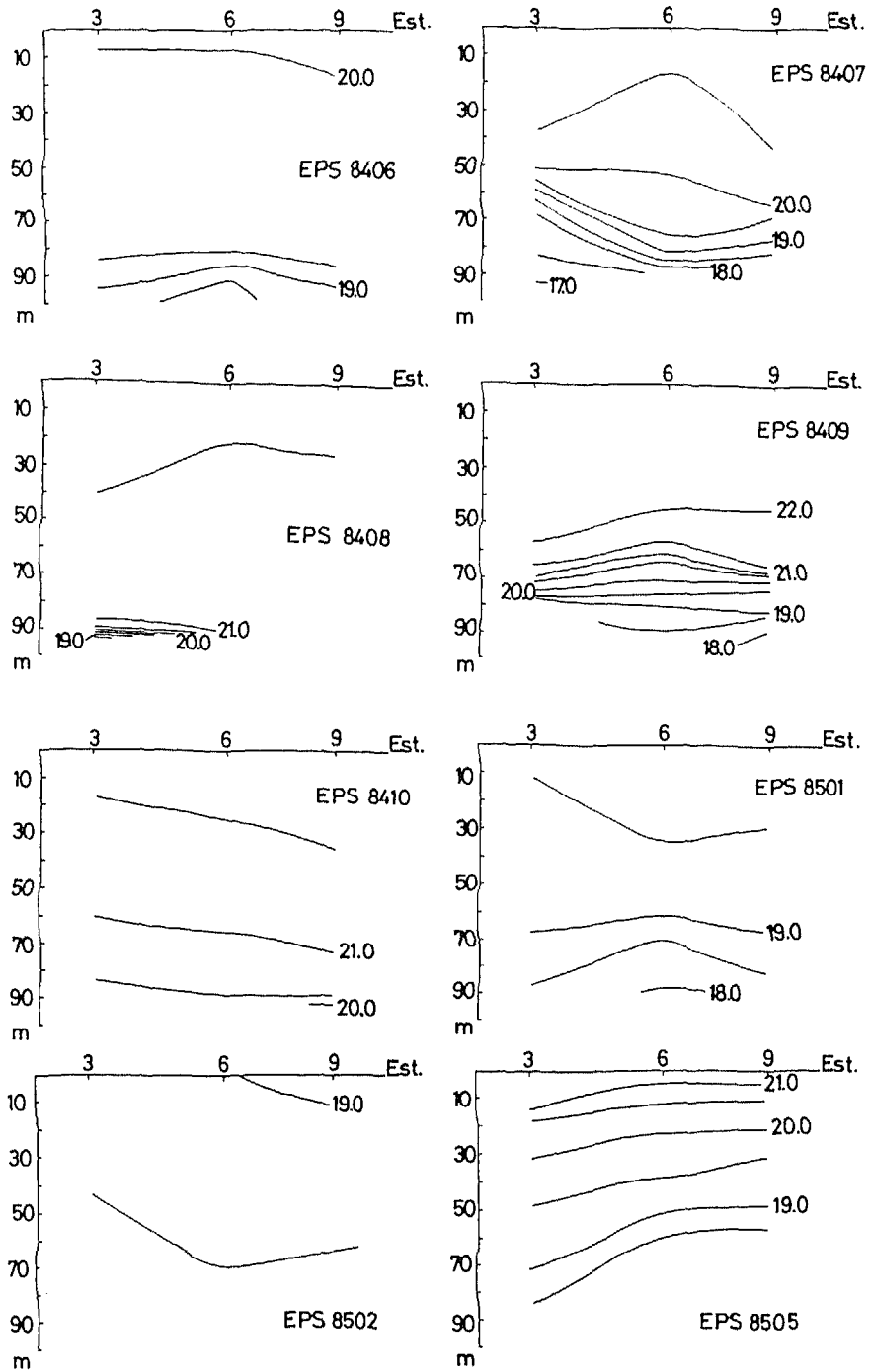


FIG. 3. — Distribución vertical de la temperatura en las estaciones 3, 6 y 9.

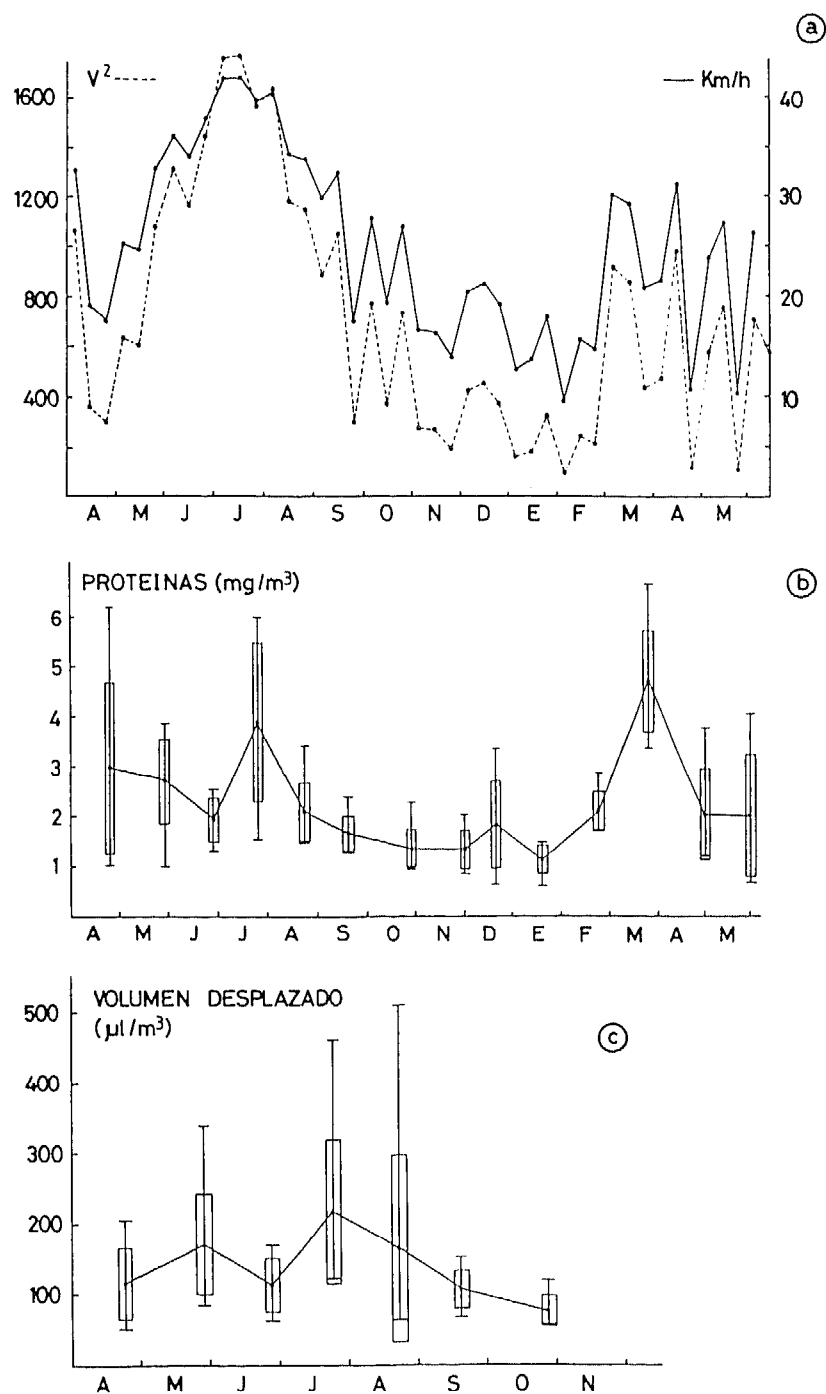


FIG. 4. — A) Velocidad del viento en km/h (línea continua) y valores del cuadrado de dicha velocidad (línea quebrada). B) Ciclo anual de la biomasa proteica del mesozooplancton (en mg/m³). Los rectángulos indican la desviación estándar, y los segmentos verticales los valores máximos y mínimos. C) Biomasa mesozooplanctónica como volumen desplazado (en μl/m³) desde abril a octubre de 1984. Desviación estándar y valores máximos y mínimos como en B.

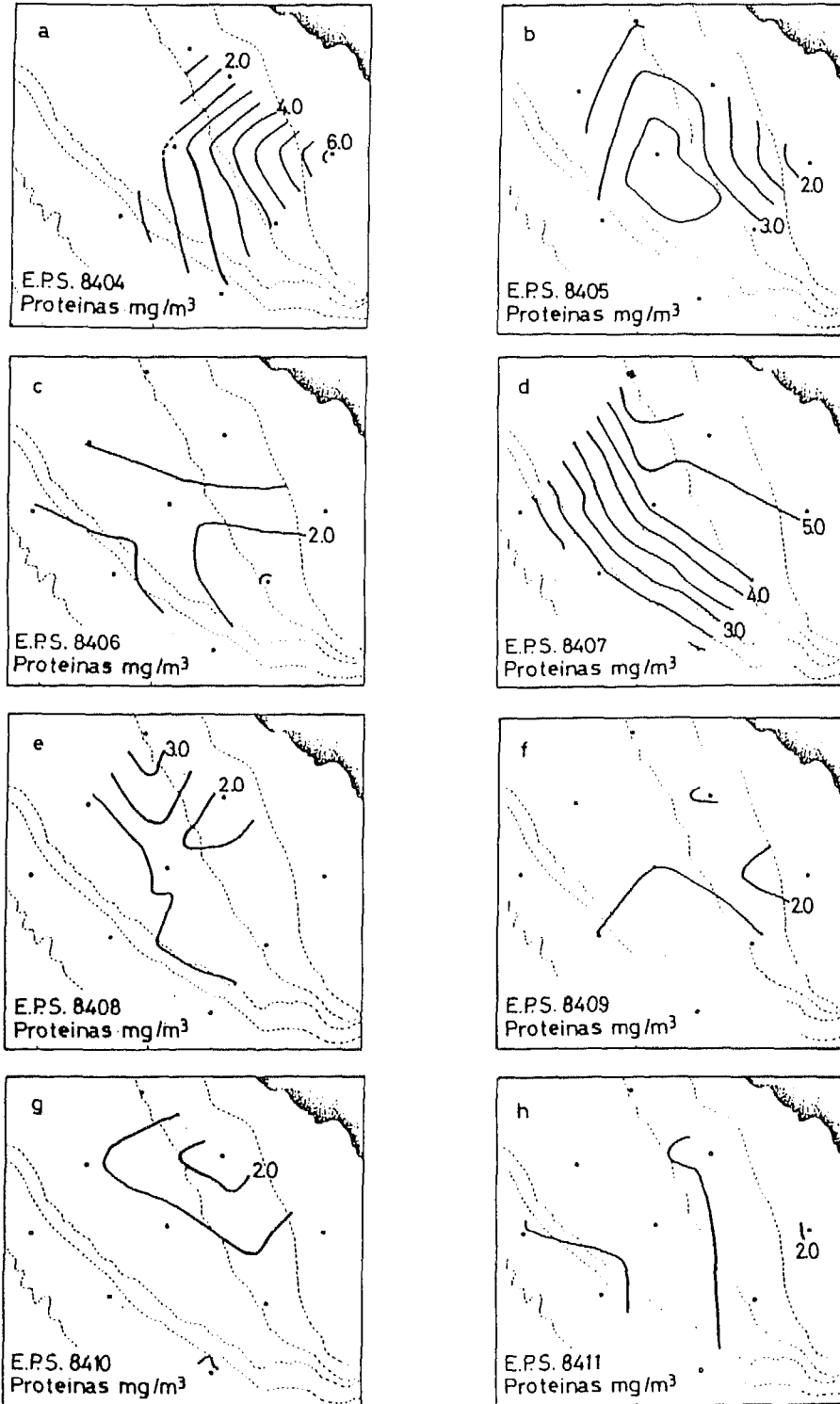


FIG. 5. — Biomasa proteica en el área de muestreo desde abril a noviembre de 1984.

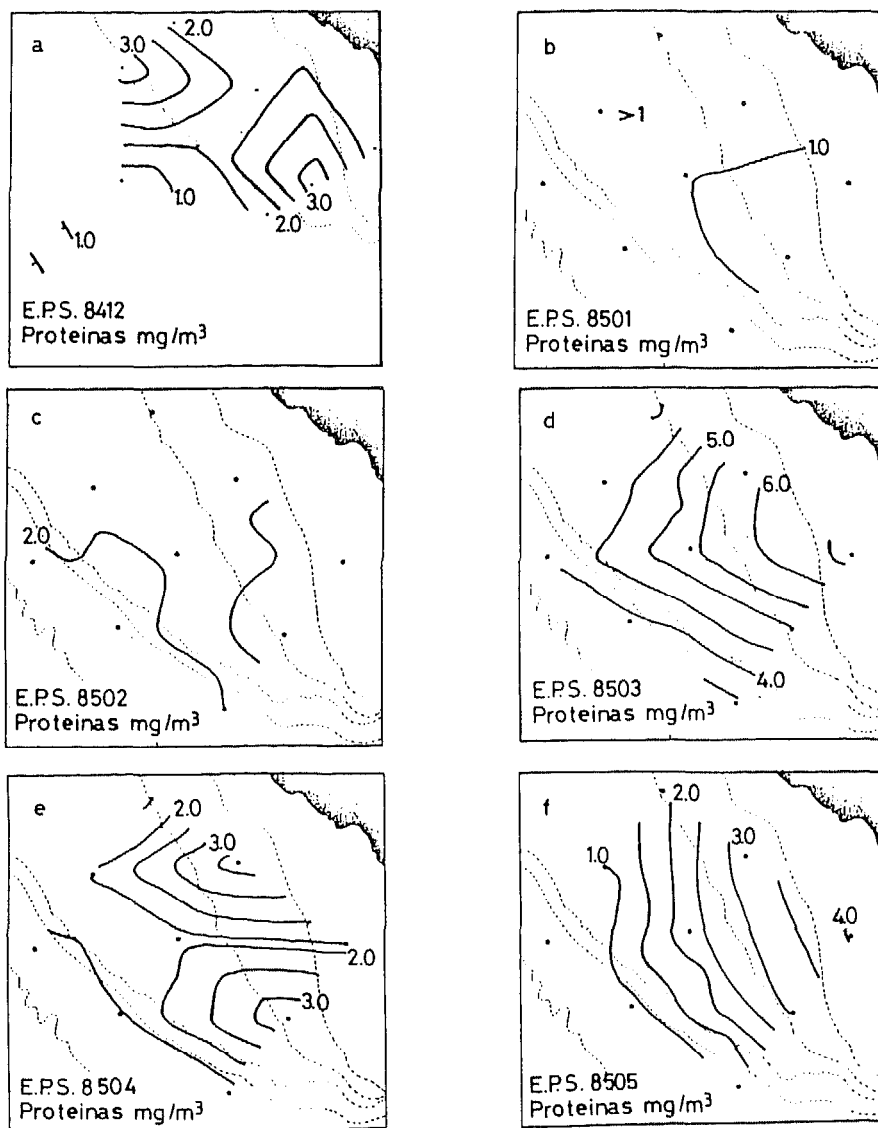


FIG. 6. — Biomasa proteica en el área de muestreo desde diciembre de 1984 a mayo de 1985.

en el mes de julio (fig. 4a). Durante el resto del ciclo anual los vientos predominantes continúan siendo del mismo cuadrante (moda comprendida entre 0 y 40°), produciéndose, durante el otoño y el invierno, pequeños pulsos de viento del suroeste poco constantes. Obsérvese el paralelismo que existe entre el cuadrado de la velocidad del viento (proporcional a la tensión del viento a densidad del aire y coeficiente de arrastre constantes) y la aparición del citado máximo de verano, el decrecimiento de biomasa desde agosto a enero y el máximo de finales de invierno.

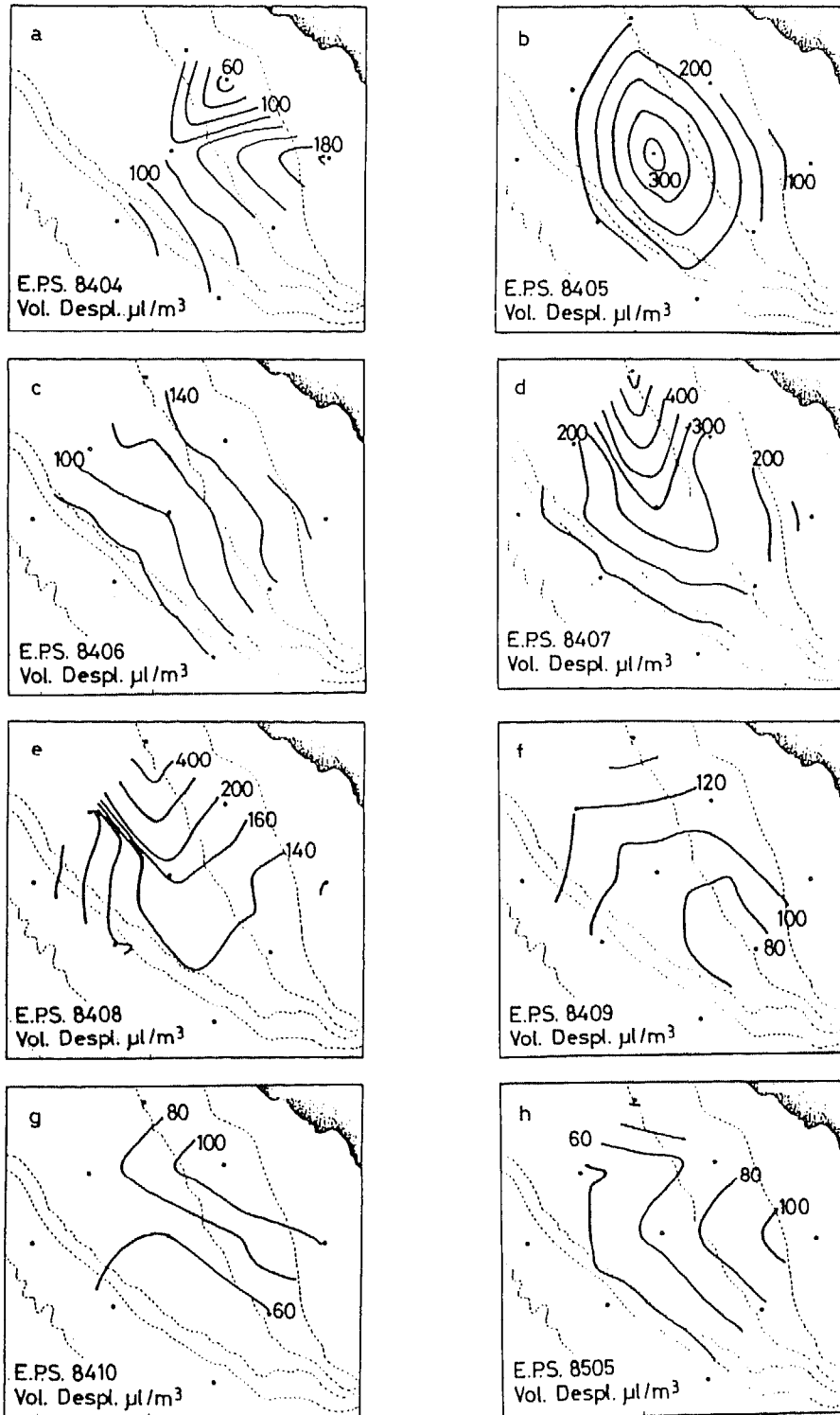


FIG. 7. — Volumen desplazado en el área de muestreo desde abril a noviembre de 1984.

Es de destacar el aumento de la desviación estándar de la biomasa entre estaciones, en relación con la velocidad del viento. THERRIAULT y PLATT (1981) observan una disminución de la desviación estándar y, por tanto, una dispersión del plancton cuando se producen vientos superiores a 5 m/sg. El caso contrario se aprecia en la figura 4b. Cuando el viento aumenta en magnitud, se originan manchas que aparecen a ambos lados del área de muestreo (figs. 5, 6 y 7). En este sentido pueden distinguirse las siguientes situaciones:

Una primera en la cual el máximo se sitúa en el área sureste del muestreo, con gradientes positivos de biomasa en dirección a la radial 1. Puede observarse en los muestreos E.P.S. 8404, 8405, 8406, 8503, 8504, 8505 siendo menos intensa en febrero y noviembre. Es la situación más característica del área. Es interesante resaltar la coincidencia de estos gradientes al cerrar el ciclo anual.

La segunda corresponde a la aparición de dicho gradiente en la zona norte, en el área situada junto a la costa. Se puede apreciar en julio, donde los valores de biomasa como proteínas y, de modo más patente, como volumen desplazado, ofrecen gradientes en sentido norte-sur que, a su vez, disminuyen hacia el exterior de la plataforma. La evolución de la temperatura en el ciclo anual (fig. 2) muestra como la termoclina, formada en junio, en julio se eleva hacia la superficie, aumentando la distancia entre las isotermas. Se produce la formación de una cúpula que fertiliza las aguas bien iluminadas de los 50 primeros metros. Esta observación hidrológica es parcial pues la posición de dicha termoclina varía según la estación muestreada (fig. 3, E.P.S. 8407). En agosto se observa también este tipo de gradiente en la zona norte del área de muestreo en ambas medidas de biomasa.

Una tercera situación nos muestra el gradiente de biomasa situado junto a la costa. Este se presenta en octubre y junio como volumen desplazado y en octubre como peso proteico.

Una cuarta situación es la observada en el E.P.S. 8412 (fig. 6a) donde se pudo apreciar la formación de dos máximos a ambos lados del área de muestreo.

DISCUSIÓN

La observación realizada sobre la influencia de la plataforma en los valores de biomasa encontrados durante el ciclo anual llevado a cabo en una estación de tipo oceánico (HERNÁNDEZ-LEÓN *et al.*, 1984), se confirma en todos los muestreos realizados en el E.P.S., salvo excepciones como el E.P.S. 8501, en el cual las estaciones situadas fuera de la plataforma muestran valores ligeramente superiores. Los valores medios mensuales en el ciclo anual (fig. 4b) son superiores a los encontrados por HERNÁNDEZ-LEÓN *et al.* (*op. cit.*) fuera de la plataforma, después de hacer la conversión de proteínas a peso seco (HERNÁNDEZ-LEÓN, 1986).

Las variaciones descritas señalan la presencia de manchas de mesozooplankton, que se distribuyen en determinadas zonas y que, conjuntamente con la distribución vertical de la temperatura, nos inducen a pensar en la existencia de determinados procesos relacionados directamente con un efecto de isla. En efecto, la aparición de gradientes a ambos lados de la estela producida por la isla (fig. 6a) pueden estar relacionados con procesos productivos originados sobre la plataforma, en el área de turbulencia (potencialmente más productiva), fuera del abrigo de la isla. En el transcurso de un pulso de viento de más de 15 días de duración (fig. 4a), con una estructura térmica caracterizada por un enfriamiento en la columna de agua sobre la plataforma (fig. 2), aparecen, en diciembre, dos máximos a ambos lados del área de muestreo, esta vez ampliado dentro de la zona de calma de la isla hacia las de cizallamiento del viento.

Diversos autores han encontrado gradientes positivos de biomasa planctónica desde el océano hacia la costa en determinadas zonas alrededor de islas. Entre éstos se encuentran los trabajos de MOORE (1949) en Bermuda, DOTY y OGURI (1956) y GILMARTIN y REVELANTE (1974) en las islas Hawai, JONES (1962) en las islas Marquesas, HARGRAVES *et al.* (1970) en la región de las pequeñas Antillas, MOORE y SANDER (1979) en Jamaica, SANDER (1981) en Barbados, SIMPSON *et al.* (1982) en las islas Scilly y LE BORGNE *et al.* (1985) en la isla de Mare.

En estos trabajos se atribuye dicho enriquecimiento a la formación de mezcla vertical en la plataforma de la isla, a la presencia de ondas internas de marea, de remolinos en la zona de sotavento de la isla, así como a los aportes de origen fluvial o de precipitaciones. Este último mecanismo tendría poca importancia en las islas Canarias debido a la retención en tierra de la escasa lluvia.

La mezcla vertical sobre la plataforma en profundidades inferiores a 60-80 metros es una característica del ciclo estudiado y, por tanto, puede ser un mecanismo importante conjuntamente con la regeneración de nutrientes en el bentos y su influencia en la columna de agua (JANNASH *et al.*, 1971; PAMATMAT, 1973; ROWE *et al.*, 1975; ROWE y SMITH, 1977).

Estos factores así como la variación de la intensidad y dirección del viento y su influencia en la formación de una estela a sotavento de la isla, dan lugar a la aparición de gradientes de biomasa mesozooplanctónica en las áreas de cizallamiento del viento, produciendo las situaciones mencionadas en los resultados.

Futuros trabajos deben dirigirse hacia la localización de estos máximos de biomasa y de los procesos que los originan.

AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer a Carmen Fraga Saavedra su colaboración en la realización del presente trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- BRAUN, J. G. — 1980. Estudios de producción en aguas de las Islas Canarias. I. Hidrografía, nutrientes y producción primaria. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 5 (285): 149-154.
- 1981. Estudios de producción en aguas de las Islas Canarias. II. Producción del Zooplankton. *Ibidem.*, 290: 89-96.
- BRAUN, J. G. y F. REAL. — 1981a. Algunas comparaciones entre el nanoplankton y el fitoplankton de red en aguas de las Islas Canarias. *Ibidem.* 6 (291): 99-105.
- 1981b. The vertical distribution of chlorophyll in Canary Islands waters. *I.C.E.S. Biological Oceanography Commitee. C.M./L.*: 7. 12 pp.
- 1984. Estudios de producción en la Bahía de Antequera: una comparación con aguas oceánicas. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 1(2): 134-140.
- DE LEÓN, A. R. y J. G. BRAUN. — 1973. Ciclo anual de la producción primaria y su relación con los nutrientes en aguas Canarias. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 167: 1-24.
- DOTY, M. S. y M. OGURI. — 1956. The island mass effect. *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, 22: 33-37.
- FERNÁNDEZ DE PUELLES, M. L. — 1986. *Ciclo anual de la comunidad de meso y microzooplankton; su biomasa, estructura, relaciones tróficas y producción en aguas de las Islas Canarias*. Tesis. Univ. de Madrid, 275 pp.
- GILMARTIN, M. y N. REVELANTE. — 1974. The island mass effect on the phytoplankton and primary production of the Hawaiian Islands. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, 16: 181-204.
- HARGRAVES, P. E., R. W. BRODY y P. R. BURKHOLDER. — 1970. A study of phytoplankton in the Lesser Antilles region. *Bull. mar. Sci.*, 20: 331-349.
- HERNÁNDEZ-LEÓN, S. — 1986. «Efecto de Masa de Isla» en aguas del Archipiélago Canario según estudios de Biomasa y Actividad del Sistema de Transporte de Electrones en el Mesozooplankton. Tesis. Univ. La Laguna, 402 pp.
- HERNÁNDEZ-LEÓN, S., O. LLINÁS y J. G. BRAUN. — 1984. Nota sobre la variación de la biomasa del mesozooplankton en aguas de Canarias. *Inv. Pesq.*, 48(3): 495-508.
- JANNASCH, H. W., K. EIMHJELLEN, C. O. WIRSEN y A. FARMAN-FARMIAN. — 1971. Microbial degradation of organic matter in the deep-sea. *Science*, 171: 673-675.
- JONES, E. C. — 1962. Evidence of an island effect upon the standing crop of zooplankton near the Marquesas Islands, Central Pacific. *J. cons. int. Explor. Mer.*, 27: 223-231.
- LE BORGNE, R. P., Y. DANDONNEAU y L. LEMASSON. — 1985. The problem of the island mass effect on chlorophyll and zooplankton standing crops around Mare (Loyalty Islands) and New Caledonia. *Bull. Mar. Sci.*, 37(2): 450-459.
- LOWRY, P. H., N. J. ROSENBOUGH, A. L. FARR y R. J. RANDALL. — 1951. Protein measurement with a Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 193: 265-275.
- MOORE, H. B. — 1949. The zooplankton of the upper waters of the Bermuda area of the North Atlantic. *Bull. Bingham Oceanogr. Coll.*, 12: 1-97.
- MOORE, E. y F. SANDER. — 1979. A comparative study of zooplankton from oceanic, shelf and harbour waters of Jamaica. *Biotropica*, 11: 196-206.
- PAMATMAT, M. M. — 1973. Benthic community metabolism on the continental terrace and in the deep-sea in the North Pacific. *Int. Rev. gesamten Hydrobiol.*, 58: 345-368.
- ROWE, G. T., C. H. CLIFFORD, K. L. SMITH y P. L. HAMILTON. — 1975. Benthic nutrient regeneration and its coupling to primary productivity in coastal waters. *Nature*, Lond. 255: 215-217.
- ROWE, T. y K. L. SMITH. — 1977. Benthic-Pelagic Coupling in the Mid Atlantic Bight. In: *Ecology of Marine Benthos*. B. Coull (Ed.). University of South Carolina press, Columbia, pp. 55-65.

- RYTHER, J. H. y D. W. MENZEL. — 1960. The seasonal and geographical range of primary production in the Western Sargasso Sea. *Deep-Sea Res.*, 6: 235-238.
- SANDER, F. — 1981. A preliminary assesment of the main causative mechanisms of the «Island Mass» effect of Barbados. *Mar. Biol.*, 64: 199-205.
- SANTAMARÍA, M. T. G. — 1984. *Estudio comparativo de las comunidades zooplanctónicas en San Andrés y Los Cristianos (Tenerife)*. Tesina. Fac. Biol. Univ. de La Laguna, 97 pp.
- SIMPSON, J. H., P. B. TETT, M. L. ARGOTE-ESPINOZA, A. EDWARDS, K. J. JONES y G. SAVIDGE. — 1982. Mixing and phytoplankton growth around an island in a stratified area. *Cont. Shelf Res.*, 1: 15-31.
- THERRIAULT, J.-C. y T. PLATT. — 1981. Environmental control of phytoplankton patchiness. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 38 (6): 638-641.
- TRANter, D. J. — 1960. A method for determining zooplankton volumes. *J. Cons. Explor. Mer.*, 25: 272-278.
- UNESCO. — 1968. Zooplankton Sampling. *Monogr. Oceanogr. meth.*, 2: 174 pp.